

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON RINGAN DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

Prabowo

NIM : D 100 040 015

NIRM : 04.6.106.03010.50015

Kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON RINGAN DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG

Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal : 6 Agustus 2011

diajukan oleh :

Prabowo

NIM : D 100 040 015

NIRM : 04.6.106.03010.5.0015

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Abdul Rochman, M.T.

NIK : 610

Budi Setiawan, S.T, M.T.

NIK : 785

Anggota

Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T.

NIP : 131.683.033

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 6 Agustus 2011

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Agus Riyanto, M.T.

NIP : 542

Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.

NIK : 732

PRAKATA



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, bimbingan dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG DENGAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG"**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, maka penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Selain dari pada itu, penulis sangat mengharapkan saran dan masukan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, petunjuk, arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini.

Terima kasih penulis haturkan kepada yang terhormat :

- 1). Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji Tugas Akhir.
- 4). Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji Tugas Akhir.
- 5). Bapak Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T., selaku Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir.
- 6). Bapak Ir. H. Karim Fatchan, MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik.

- 7). Bapak dan Ibu dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 8). Segenap Jajaran Civitas Akademika Universitas Muhammadiyah Surakarta
- 9). Kedua orangtuaku, adikku, yang tercinta yang telah memberikan dorongan materiil, moril maupun spirituil.
- 10). Bidariku, terima kasih atas kasih sayang dan dorongan serta semangatnya.
- 11). Teman-temanku dan semua rekan- rekan angkatan 2004, terima kasih atas kenangan, bantuan, info serta cerita dalam perjalananku di UMS.
- 12). Orang-orang yang mengenal dan mengenangku.

Demikianlah dan besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi kita, Amien Ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Juni 2011

Penulis

PERSEMBAHAN

”Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada”:

1. Gusti Pangeran inggun inggih punika Gusti Allah SWT., yang Maha Pelindung bagi setiap Hamba-Nya dan dengan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kanjeng Nabi Muhammad SAW., yang menjadi panutanku, yang dengan perjuangannya telah menghantarkan kita menjadi umat pilihan terlahir untuk seluruh umat manusia demi menuju ridha-Nya.
3. Bapak Soekojo dan Ibu Suparni, bapak ibuku tercinta. Tak akan pernah ku berhenti mengucapkan terima kasih dari dulu, sekarang, hingga akhir nanti.
4. Adikku tersayang Utami, Waskito, Irawan terima kasih atas semua bantuan dan motivasinya. Jangan seperti kakakmu ini, kalian harus bisa lebih baik.
5. Bidadariku Layli Rahmawati. ST, terima kasih atas kasih sayang dan dorongan serta semangatnya.
6. Keluarga Besar “Djoyobisono” (Alm Simbah Kakung, Alm Simbah Putri, Pakdhe Manto, Pakdhe Marno, Alm Pakdhe Karno, Budhe Karni, Budhe Murni, Om Bagong, Om Bagio, Om Widoyo, Bulik Winarni, Om Sarjono, Bulik Kenuk dan Semua Djoyobisono grup). Terima kasih atas dorongan, do’a, semangat dan ejekannya.
7. Keluarga Besar “Sugiman Parto Wiharjo” (Alm Simbah Kakung, Alm Simbah Putri, Pakdhe Santo, Budhe Handayani, Om Sugino, Alm Om Susilo, Om Handono, Bulik Sumarni, Bulik Suparti, Bulik Sukarni dan Semua keluarga Besar Sugiman Parto Wiharjo). Terimakasih atas dorongan, do’a, semangat dan ejekannya.
8. Keluarga Besar “Mott Mcdonald dan IndII” (Pak Suwahyono, Pak Asep, Pak Agam, Mr Dedy, Bu Evi, Bu Isti, Mas Ndaru, Mas Budi dan Semuanya). Terima kasih banget atas bantuannya selama ini dan kalo ada proyek lagi saya mengajukan diri. (hehehehe).

9. Brother John, Mr Mark Deasy, Mr Jeremi, Mr Simon, Miss Malvis. Thank's for motivation. Kapan Pulang Indonesia?, Katanya mau jadi WNI?. Apa saya yang ke Aussie?.(hehehehe).
10. Teman – teman Sipil Angkatan 2004 UMS (Wiryo ST, Gilang ST, Zazin ST, Adit ST, Parjono ST, Acong ST, Topik 1 ST, Topik 2 ST, Narji ST, Kriting ST, Bebek ST, Erte ST, Wahyu ST, Genthoo ST, Arbal ST, Mujiono ST, Kukuh ST, Hudi ST Anik ST, Indah ST, Erna ST, Bertha, Tari, Najib, Syukur, Bubha, Brondol, Robby dan semua yang belum saya sebutkan) Kisah kita akan menjadi sebuah cerita untuk anak cucu kita.
11. Teman – teman Teknik Sipil UMS (Lik Ali ST, Ginanjar ST, Agung Maho ST, Mbah Adi, Mbah Marmo, Kentung, Kempoz, Nopek, Guntur, Tukul,
12. ”Kost Seroja” (Gendro, Homo, Kambing, Lando, Kampret, Jolembun, Ipank), terima kasih atas kebersamaan dan kekompakannya.
13. ”Kost Bu Marimo” (Lik Suryadi, Gendhut, Uncle Bob, Lik Pramono), terima kasih, mungkin ini persinggahan terakhirku di Solo.
14. Orang – orang yang mengenal dan mengenangku.

"MOTTO"

*Ya Tuhan, Jika aku menyembah Engkau hanya karena takut neraka-Mu,
Masukkan-lah saja aku ke neraka,
Kalau aku menyembah Engkau karena ingin surga-Mu,
Bakar saja surga itu untukku,
Tapi kalau aku menyembah karena ridha-Mu maka terimalah aku.
(Rabi'ah Adawiyah)*

*Nanging yen sira ngguguru kaki
Amiliha manungsa kang nyata
Ingkang becik martabate
Sarta kang wruh ing kukum
Kang ibadah lan kang wirangi
Sokur oleh wong topo
Ingkang wus amungkal
Tan mikir pewewehing liyan
Iku pantes sira guonana kaki
Sastrane kawuruhana
(“Serat Wulang Reh” pupuh Dhandhanggula)*

*Munafik sedikit jangan terlalu jujur, sebab orang jujur hanya ada di komik
(I wan Fals)*

*Manusia hidup diatas opini, pendapat atau pandangan manusia lainnya
(Writer)*

“BORN FOR THIS”

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
INTISARI	xix
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
D. Batasan Masalah	3
E. Keaslian Penelitian	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
A. Umum	5
B. Beton Ringan	5
C. Sifat Beton Ringan.....	6
1. Kelebihan Beton Ringan.....	6
2. Kelemahan Beton Ringan	6
D. Balok Beton Bertulang.....	7
E. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Beton Ringan	7
1. Agregat.....	7
2. Jumlah dan Jenis Semen	8
3. Faktor Air Semen (f.a.s)	11
4. Umur Beton.....	12
5. Perawatan.....	13

BAB III. LANDASAN TEORI.....	14
A. Umum	14
B. Bahan Penyusun Beton Ringan	14
1).Semen <i>Portland</i>	15
2. Agregat	16
3. Air.....	16
4. Genteng.....	17
C. Baja	18
D. Rencana Adukan Campuran Beton.....	18
E. Perawatan	25
F. Beat Jenis Beton	26
G. Pengujian Kuat Tarik Baja	27
H. Pengujian Beton.....	28
1. Kuat tekan beton normal dan beton ringan	28
2. <i>Modulus of Rupture</i>	29
3. Momen kapasitas hasil pengujian balok.....	30
4. Momen kapasitas teoritis balok.....	31
 BAB IV. METODE PENELITIAN.....	 34
A. Bahan Penelitian	34
B. Peralatan Penelitian	34
C. Tahapan Penelitian.....	42
1. Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan	44
2. Tahap II : Pemeriksaan dan pengujian bahan dasar	44
3. Tahap III : Penyediaan benda uji.....	44
4. Tahap IV : Pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton	 45
5. Tahap V : Analisis data dan kesimpulan.....	45
D. Pelaksanaan Penelitian.....	45
1. Pemeriksaan agregat halus.....	45
1a). <i>Pemeriksaan kadar Lumpur</i>	45

1b). Pemeriksaan kandungan zat organik dalam pasir	46
1c). Pemeriksaan saturated surface dry (SSD) pasir	47
1d). Pemeriksaan specific gravity dan absorpsi pasir	48
1e). Pemeriksaan gradasi pasir	49
2. Pemeriksaan agregat kasar.....	50
2a). Pemeriksaan specific gravity dan absorpsi batu pecah maupun pecahan genteng	50
2b). Pemeriksaan berat satuan volume batu pecah maupun pecahan genteng	51
2c). Pemeriksaan gradasi batu pecah maupun pecahan genteng	52
2d). Pemeriksaan keausan batu pecah	53
3. Pengujian kuat tarik tulangan baja	54
4. Perencanaan campuran beton.....	54
5. Pengujian nilai <i>slump</i>	54
6. Pembuatan benda uji.....	55
7. Perawatan benda uji.....	56
8. Pengujian kuat tekan beton	56
9. Pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	56
10. Momen kapasitas hasil pengujian balok.....	57
11. Momen kapasitas teoritis balok.....	57
E. Analisis Data	57
 BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	59
A. Pengujian Agregat	59
1. Pengujian agregat halus	59
2. Pengujian agregat kasar batu pecah.....	61
3. Pengujian agregat kasar pecahan genteng	63
B. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.....	65
C. Pengujian Nilai <i>Slump</i>	65
D. Berat Jenis Beton	66

E. Kuat Tekan Beton	67
F. <i>Modulus of rupture</i>	68
G. Perhitungan momen kapasitas hasil pengujian balok.	69
H. Perhitungan momen kapasitas teoritis balok	70
I. Perbandingan momen kapasitas hasil pengujian dengan momen kapasitas teoritis balok	70
 BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	 72
A. Kesimpulan.....	72
B. Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Pengaruh kekasaran permukaan agregat terhadap kuat tekan beton	8
Gambar II.2. Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air semen sama	9
Gambar II.3. Kuat tekan beton untuk berbagai jenis semen	10
Gambar II.4. Hubungan antara fas dengan kuat tekan beton	11
Gambar II.5. Hubungan antara kuat tekan dan umur beton	12
Gambar III.1. Skema pengujian kuat tarik baja	27
Gambar III.2. Skema pengujian kuat tekan beton	28
Gambar III.3. Skema besarnya momen maksimal	30
Gambar III.4. Skema penulangan benda uji	30
Gambar III.5. Skema pengujian kuat lentur balok beton	31
Gambar III.6. Distribusi regangan dan tegangan pada balok	32
Gambar IV.1. Ayakan	35
Gambar IV.2. Penggetar ayakan (<i>siever</i>)	35
Gambar IV.3. Timbangan	36
Gambar IV.4. <i>Oven</i>	37
Gambar IV.5. Gelas ukur	37
Gambar IV.6. Kerucut <i>conus</i>	38
Gambar IV.7. Mesin uji <i>Los Angeles</i>	38
Gambar IV.8. Kerucut <i>Abram's</i>	39
Gambar IV.9. <i>Molen</i>	39
Gambar IV.10. Cetakan silinder beton	40
Gambar IV.11. Papan begesting	40
Gambar IV.12. Mesin uji tarik baja	41
Gambar IV.13. Mesin uji tekan beton	41
Gambar IV.14. Mesin uji lentur balok beton	42
Gambar IV.15. Peralatan penunjang lain	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1. Faktor pengali <i>deviasi standart</i>	19
Tabel III.2. Persyaratan fas maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus.....	20
Tabel III.3. Perkiraan kuat tekan beton	21
Tabel III.4. Faktor air semen maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat	21
Tabel III.5. Faktor air semen untuk beton bertulang dalam air.....	22
Tabel III.6. Penetapan nilai <i>slump</i> yang disyaratkan untuk berbagai konstruksi	22
Tabel III.7. Perkiraan kebutuhan kadar air bebas.....	23
Tabel III.8. Batas gradasi agregat halus	24
Tabel III.9. Berat jenis beton untuk berbagai jenis agregat.....	26
Tabel V.1. Hasil pemeriksaan zat organik dalam pasir	59
Tabel V.2. Hasil pengujian gradasi pasir	59
Tabel V.3. Hasil pemeriksaan SSD pasir	61
Tabel V.4. Hasil pemeriksaan berat satuan volume batu pecah	61
Tabel V.5. Hasil pemeriksaan gradasi batu pecah.	62
Tabel V.6. Hasil pemeriksaan berat satuan volume pecahan genteng	63
Tabel V.7. Hasil pemeriksaan gradasi pecahan genteng.	64
Tabel V.8. Hasil pengujian kuat tarik baja diameter 10 mm.....	65
Tabel V.9. Hasil pengujian kuat tarik baja diameter 6 mm	65
Tabel V.10. Hasil pengujian nilai <i>slump</i> fas 0,45	66
Tabel V.11. Hasil perhitungan berat jenis silinder beton	66
Tabel V.12. Hasil perhitungan berat jenis balok beton.....	67
Tabel V.13. Hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan beton.....	68
Tabel V.14. Hasil pengujian dan perhitungan <i>Modulus of Rupture</i>	69
Tabel V.15. Hasil perhitungan momen kapasitas hasil pengujian balok.....	69

Tabel V.16. Hasil perhitungan momen kapasitas teoritis balok.....	70
Tabel V.17. Hasil perbandingan antara momen kpasitas hasil pengujian dengan momen kapasitas teoritis.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran IV.1. Pemeriksaan zat organik pada pasir.....	L-1
Lampiran IV.2. Pemeriksaan gradasi pasir	L-2
Lampiran IV.3. Pemeriksaan kadar lumpur pada pasir	L-4
Lampiran IV.4. Pemeriksaan <i>saturated surface dry (SSD)</i>	L-5
Lampiran IV.5. Pemeriksaan <i>specific gravity</i> dan absorpsi pasir	L-6
Lampiran IV.6. Pemeriksaan <i>specific gravity</i> dan absorpsi batu pecah	L-7
Lampiran IV.7. Pemeriksaan gradasi batu pecah	L-8
Lampiran IV.8. Pemeriksaan berat satuan volume batu pecah	L-10
Lampiran IV.9. Pemeriksaan keausan batu pecah.....	L-11
Lampiran IV.10. Pemeriksaan <i>specific gravity</i> dan absorpsi pecahan genteng	L-12
Lampiran IV.11. Pemeriksaan berat satuan volume pecahan genteng	L-13
Lampiran IV.12. Pemeriksaan gradasi pecahan genteng	L-14
Lampiran IV.13. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan.....	L-16
Lampiran IV.14. Perhitungan rencana campuran dengan metode <i>SNI 90</i>	L-17
Lampiran IV.15. Pengujian berat jenis beton	L-20
Lampiran IV.16. Hasil pengujian kuat tekan silinder beton	L-21
Lampiran IV.17. Hasil pengujian <i>Modulus of Rupture</i>	L-22
Lampiran IV.18. Hasil pengujian momene kapasitas hasil pengujian balok.....	L-23
Lampiran IV.19. Hasil perhitungan momen kapasitas teoritis balok	L-25
Lampiran IV.20. Foto pengujian	L-30

DAFTAR NOTASI

A	= luas permukaan benda uji yang tertekan, (mm^2)
A_s	= luas tulangan tarik, (mm^2)
A'_s	= luas tulangan tekan, (mm^2)
b	= lebar benda uji, (mm)
c	= jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, (mm)
C_c	= gaya tekan beton, (kN)
C_s	= gaya tekan baja tulangan, (kN)
d	= tinggi efektif balok, (mm)
d_s	= jarak <i>decking</i> beton bagian tarik, (mm)
d'_s	= jarak <i>decking</i> beton bagian tekan, (mm)
f'_c	= kuat tekan yang disyaratkan, (MPa)
f'_{cr}	= kuat tekan rata-rata, (MPa)
f_{maks}	= tegangan maksimal baja, (MPa)
f_s	= tegangan tarik tulangan baja, (MPa)
f_y	= tegangan leleh baja, (MPa)
h	= tinggi benda uji, (mm)
L	= panjang bentang, (mm)
M_{kap}	= momen kapasitas, (kNm)
M_{maks}	= momen maksimal balok, (kNm)
MR	= <i>modulus of rupture</i> , (N/mm^2)
m	= nilai margin, (MPa)
P	= beban tekan maksimum, (N)
P_{leleh}	= beban maksimal leleh baja, (N)
P_{maks}	= beban maksimum, (N)
q	= beban merata / beban sendiri balok, (N)
S_d	= nilai deviasi standar, (MPa)
V	= volume silinder beton, (cm^3)
W	= berat beton, (gr)

W_s = berat semen, (kg)

γ_c = berat jenis beton, (kN/m³)

ϕ_o = *over strength factor*

π = 3,14

β = Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen, (0,85)

ABSTRAKSI

TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON RINGAN DENGAN AGREGAT PECAHAN GENTENG

Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah pecahan genteng, yang mana pecahan genteng ini akan digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran pembuatan beton. Penelitian ini dibatasi pada pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulang. Benda uji yang di pakai adalah : Silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk uji tekan beton normal sebanyak 3 buah, Silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk uji tekan beton ringan sebanyak 3 buah, Baja tulangan berdiameter 10 mm dan begel 6 mm untuk uji kuat tarik sebanyak 3 buah, Balok beton bertulang normal ukuran 10 x 15 x 150 cm sebanyak 3 buah, Balok beton bertulang dengan agregat pecahan genteng ukuran 10 x 15 x 150 cm sebanyak 3 buah. Bahan-bahan yang digunakan adalah batu pecah dari boyolali, pasir dari klaten, semen *merk* gresik dan air dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Perencanaan campuran mengacu pada metode SK.SNI.T-15-1990-03 dengan faktor air semen (f.a.s) sebesar 0,45. Pengujian dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sebelum melakukan pengujian, benda uji direndam dalam air selama 28 hari. Setelah itu baru dilakukan pengujian. Ketika melakukan pengujian semua data yang diperlukan untuk perhitungan dicatat. Hasil yang diperoleh adalah kuat tekan, *modulus of rupture*, momen kapasitas berikut ini: Kuat tekan silinder beton rata-rata agregat batu pecah 33,59 MPa, Kuat tekan silinder beton rata-rata agregat pecahan genteng sebesar 18,26 MPa; *modulus of rupture* beton bertulang rata-rata agregat batu pecah 8,55 N/mm², *modulus of rupture* beton bertulang rata-rata agregat pecahan genteng 6,21 N/mm²; momen kapasitas hasil pengujian rata-rata agregat batu pecah 5,37 kN m, momen kapasitas hasil pengujian rata-rata agregat pecahan genteng 3,53 kN m; momen kapasitas rata-rata agregat batu pecah 6,514 kN m, momen kapasitas rata-rata agregat pecahan genteng 4,690 kN m. Kesimpulan dari penelitian ini adalah agregat pecahan genteng dapat dijadikan alternatif untuk menggantikan agregat batu pecah. Penggantian agregat kasar dengan menggunakan pecahan genteng mengalami penurunan pada kuat tekan, kuat lentur, momen maksimal dan momen nominalnya dari beton normal, sehingga penggunaanya hanya terbatas untuk beton non struktural.

Kata kunci : *beton ringan, kuat lentur, kuat tekan*